

2

ИФВЭ 80-110

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

И Ф В Э 80-110
ОП

Н.С.Брюханов, Н.А.Галяев, В.И.Котов, Б.В.Просин,
Ю.А.Романов, Ю.С.Ходырев

СИСТЕМА ПРОВОЛОЧНЫХ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР
КАНАЛА СЕПАРИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ
ДЛЯ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ "МИРАБЕЛЬ"

Серпухов 1980

**Н.С.Брюханов, Н.А.Галцев, В.И.Котов, Б.В.Просин,
Ю.А.Романов, Ю.С.Ходырев**

**СИСТЕМА ПРОВОЛОЧНЫХ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР
КАНАЛА СЕПАРИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ
ДЛЯ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ "МИРАБЕЛЬ"**

Аннотация

Брюханов Н.С., Галеев Н.А., Котов В.И., Просия Б.В., Романов Ю.А., Ходырев Ю.С.

Система проволочных пропорциональных камер канала сепарированных частиц для пузырьковой камеры "Мирабель". Серпухов, 1980.

15 стр. с рис. (ИФВЭ ОП 80-110).

Библиогр. 5.

Описана система проволочных пропорциональных камер (ППК), работающих в линию с ЭВМ М-6000, используемая при настройке и контроле за параметрами пучков в канале сепарированных частиц для пузырьковой камеры "Мирабель". Приведены особенности конструкции и некоторые характеристики ППК, рассмотрены отдельные элементы системы электроники, обеспечивающие обработку информации и передачу ее на большое расстояние (~ 400 м).

Abstract

Bryukhanov N.S., Galyaev N.A., Kotov V.I., Prossin B.V., Romanov Yu.A., Khodyrev Yu.S.

Wire Proportional Chamber System of the Separated Particles for the Bubble Chamber "Mirabelle". Serpukhov, 1980.

p. 15. (INEP 80-110).

Refs. 5.

The system of wire proportional chambers (WPC) operating on line with the computer M-6000, using when tuning and control of the beam parameters in the separated particle beams for the bubble chamber "Mirabelle", is described. The construction peculiarities and some WPC characteristics are given, the separate electronic system elements, providing the information treatment and its transmission at large distances (~ 400 m) are considered.

1. ВВЕДЕНИЕ

Практика многолетней работы канала сепарированных частиц для жидководородной камеры "Мирабель" на ускорителе ИФВЭ (канал № 7^{1/1}) показывает, что около 20% выделяемого на эксперимент времени тратится на наладочные и контрольные процедуры. Это связано с тем, что реализация весьма высоких требований, предъявляемых к параметрам пучков сепарированных частиц, достигается в ходе тщательной оптимизации режимов работы целого комплекса сложных взаимосвязанных систем: ускорителя, быстрого вывода, магнитооптического канала, ВЧ сепаратора и пузырьковой камеры. Особенно трудоемким процессом является настройка магнитооптической системы. Последняя включает в себя 6 отклоняющих магнитов и 25 квадрупольных линз. При настройке осуществляется контроль за размерами и положением центров тяжести "тонких" боковых и осевых пучков в 10 сечениях вдоль трассы канала (~ 511 м). Длительное время указанные измерения производились сканированием пучка бегущими пальцевыми счетчиками, а результаты измерений обрабатывались вручную. Для каждого сечения сканирование приходилось многократно повторять при различных значениях режимов оптических элементов. В этом случае время, затрачиваемое на измерения и обработку профилей пучка, составляет основную часть всего времени, выделенного на настройку. Кроме того, поскольку каждая процедура измерения длится в течение нескольких десятков циклов работы ускорителя, при

нестабильной работе ускорителя и системы быстрого вывода значительно возрастает погрешность в определении оптических параметров пучка.

С целью устранения перечисленных выше недостатков канал был оснащен системой проволочных пропорциональных камер (ППК), работающих в линию с ЭВМ М-6000. Эффективность применения подобных систем была показана на примере работы каналов /2, 3/. Рассматриваемая система обладает той особенностью, что обработка аналоговых сигналов производится вблизи расположения камер и передается в цифровом виде на значительное расстояние (свыше 400 м). Расположение ППК на канале показано на рис. 1. Шесть камер установлено на входах и выходах дефлекторов сепаратора (RF1, RF2, RF3), одна перед поглотителем пучка (BS) и одна в месте переопределения размеров мишени перед вторым импульсным анализом (коллиматоры C6 и C7). Ввиду малой временной длительности пучка (от 20 нс до 5 мкс) электроника камер работает в интегрирующем режиме.

2. ПРОВОЛОЧНЫЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Были разработаны и изготовлены два варианта ППК. Первый вариант (ППК1-ППК6) предназначался для установки на концах дефлекторов ВЧ сепаратора, где добавлялись специфические требования, связанные с наличием вакуума и невозможностью организовать разрывы в ионопроводе для установки камер. Кроме того, при экспозиции пузырьковой камеры ППК необходимо удалять из пучка. Эти требования, в частности, жестко ограничивают ППК в размерах. ППК представляет собой собранный из отдельных рамок пакет с внешними размерами $100 \times 100 \times 60 \text{ мм}^3$ и окном для прохождения пучка $70 \times 70 \text{ мм}^2$. По краям пакета установлены металлические крышки с майларовыми окнами, обеспечивающими герметичность рабочей области ППК. Пакет стягивается шпильками, а его боковая поверхность обрабатывается герметизирующей пастой. В целом конструкция ППК позволяет осуществлять ее свободную сборку и разборку. Образующие пакет рамки, используемые для

намотки сигнальных и высоковольтных электродов, изготовлены из фольгированного стеклотекстолита, разделительные прокладки сделаны из органического стекла. Сигнальные электроды намотаны из позолоченной молибденовой проволоки диаметром 20 мкм с шагом намотки 2 мм. На одной рамке 32 проволочки. Высоковольтные электроды намотаны из бериллиевой бронзовой проволоки диаметром 100 мкм с шагом 1 мм и числом нитей 64. Расстояние между сигнальными и высоковольтными электродами 6 мм. Точность распайки электродов друг относительно друга 0,1 мм. В пакет собраны две сигнальные и четыре высоковольтные рамки, представляющие фактически две пропорциональные камеры, повернутые друг относительно друга на угол 90° и обеспечивающие проведение измерений в двух плоскостях. Сигнальные электроды обеих плоскостей выведены на один разъем типа ГРПМ 1-31. Выбор плоскости измерения осуществляется подачей высоковольтного напряжения на соответствующий высоковольтный электрод. Камеры установлены в специально сконструированных вакуумных боксах. С помощью дистанционно управляемого электропривода производится ввод-вывод их из пучка. Усилители и источники высоковольтного напряжения располагаются в непосредственной близости от камеры ($\sim 0,5$ м) с наружной стороны бокса. Общий вид пропорциональной камеры с усилителем приведен на рис. 2.

Второй вариант камер (ППК7-ППК8) предназначен для установки их вне вакуума в разрывах ионопровода. Камеры смонтированы на специальных подставках и могут поворачиваться на 90° для измерения профиля пучка частиц либо в горизонтальной, либо в вертикальной плоскостях. Камера имеет две сигнальные сетки из проволоки диаметром 30 мкм с расстоянием между проволоками в каждой сетке 2 мм. Сетка содержит 32 проволочки и смещена по отношению к другой на 1 мм в направлении измеряемой координаты. Расстояние между сигнальным и высоковольтным электродами составляет 8 мм. Окно для прохождения пучка имеет размер 90×120 мм². Усилители смонтированы непосредственно на ВЧ разъеме камеры.

3. ВЫСОКОВОЛЬТНОЕ ПИТАНИЕ КАМЕР

Питание пропорциональных камер осуществляется от местных малогабаритных ($160 \times 95 \times 50 \text{ мм}^3$) высоковольтных источников, управляемых дистанционно с пульта канала низким напряжением. Они представляют собой преобразователь постоянного напряжения в переменное и построены по стандартному принципу (рис. 3). Первичная низковольтная цепь питания - 30 В подключена к инвертору, выполненному по двухтактной схеме на транзисторах ($V_9 - V_{12}$) с повышающим (T_2) и дополнительным переключающим (T_1) трансформаторами. С повышающей обмотки трансформатора T_2 напряжение поступает на выпрямитель с трехкратным умножением ($V_{13} - V_{15}$, $C_4 - C_6$). Источник обеспечивает следующие выходные параметры:

- выходное напряжение с возможностью плавного регулирования во всем диапазоне $1000 \div 4000 \text{ В}$;
- величина пульсаций не более 0,12%;
- номинальный ток нагрузки 2,5 мА.

4. СИСТЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ КАМЕР

Двухкомпонентная газовая смесь, состоящая из технически чистого аргона и коммерческого (пищевого) углекислого газа, последовательно продувается через все ППК. Газосмесительный пульт позволяет устанавливать примесь CO_2 в смеси от 1 до 100% и измерять ее с точностью не хуже 10% от величины примеси; конструкция его сходна с описанной в работе ^{14/}. На рис. 4 приведен график зависимости амплитуды сигнала с усилителя камеры от высокого напряжения для различного состава газовой смеси. Камера облучалась пучком положительных частиц с импульсом 32 ГэВ/с.

5. ОБРАБОТКА И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

Токи с сигнальных электродов камер, возникающие при прохождении пучка частиц с временной протяженностью не более $\sim 5 \cdot 10^{-6}$ с, интегрируются на входных емкостях усилителей тока. Усилители изготовлены по стандартной схеме (см., например, /5/) с применением полевых и биполярных транзисторов. Шестнадцать усилителей смонтированы в одном блоке и соединены с камерой с помощью специальной платы и жгута ВЧ кабелей. Выходные сигналы усилителей передаются по 64 коаксиальным 50-Ом кабелям на систему обработки и хранения информации, расположенную в специальном домике и удаленную от камер на расстояние до ~ 200 м. Все пропорциональные камеры подключены к этой системе шлейфом, выбор камеры осуществляется коммутацией напряжения питания -12 В на соответствующие усилители. Блок-схема электроники приведена на рис. 5. Преобразование "аналог-цифра" производится параллельно по всем входным каналам с помощью аналогово-цифровых преобразователей. Для запоминания и накопления информации используется стойка, содержащая 64 четырехдекадных пересчетных прибора, куда с выхода преобразователей поступают серии импульсов (амплитуда импульсов ~ 4 В, частота 10 МГц). С пересчетных приборов информация в двоично-десятичном коде (16 разрядов) поступает на цифровой коммутатор, который управляется либо дистанционно, либо вручную.

Для целей дистанционного управления служит блок II (рис. 5), расположенный на пульте управления каналом. Блок содержит генератор адреса, цифровое табло с ручной установкой номера опрашиваемого регистра памяти и схему вывода информации на осциллограф. Автономный режим представления информации осуществляется путем повторяющегося циклического опроса блока памяти стойки I. Предусмотрен ввод информации в ЭВМ через буферный регистр. Двухнаправленная связь между блоком управления и стойкой осуществляется по одному коаксиальному кабелю. С целью уменьшения времени обращения к блоку памяти стойки длина слов сокращена до 8 бит двоичного кода (что вполне достаточно для реализации режима работы без на-

копления информации блоком памяти стойки за несколько циклов вывода пучка в канал). Два идентичных преобразователя кода, расположенных в блоке управления и стойке, формируют из передаваемых слов пакеты, содержащие по 8 импульсов с частотой следования 2 МГц. Номер импульса определяет разряд в двоичном коде, а его длительность – содержимое разряда (400 нс – логическая единица, 150 нс – логический нуль). Импульс синхронизации стойки имеет длительность большую, чем период следования импульсов пакета, и селектируется преобразователем кода стойки независимо от адресной информации. Магистральные усилители, имеющие трансформаторный выход, согласуют преобразователь кода с кабельной линией. (Отсутствие гальванической связи между блоком управления и стойкой обеспечивает высокую помехозащищенность). Принятое слово селектируется теми же усилителями и дешифруется в параллельный код. Преобразователь кода (рис. 6) состоит из двух независимых частей: приемной (ИС $D_1 \div D_4$, D_5 (1, 2, 3), D_6) и передающей (ИС D_5 (4), $D_7 \div D_{10}$). Передача слова, введенного в регистр D_{10} , начинается с приходом заднего фронта импульса "пуск". Процесс передачи синхронизируется генератором D_8 (1). Длительность импульса на выходе схемы D_9 (4) определяется логическим уровнем на выходе регистра D_{10} . По окончании 8-го импульса генератор арретируется счетчиком D_7 .

Принимаемая последовательность импульсов поступает на вход V_1 приемного сдвигового регистра D_2 . Распознавание по длительности осуществляет одновибратор $V_1 - D_1$ (2). Одновибратор D_6 (1), обладающий свойством ретриггера, генерирует на время приема импульс ворот. Задний фронт его формируется одновибратором D_6 (2); сигнал с выхода D_6 (2) поступает:

а) на выход "конец приема" (а также вводит принятое слово в регистры D_3 , D_4), если длительность последнего из принятых импульсов пакета меньше времени выдержки одновибратора D_6 (1);

б) на "выход синхронизации", если длительность входного импульса больше времени выдержки одновибратора.

Выходы "конец приема" и "пуск" преобразователя кода, расположенного в стойке, замкнуты; передача информации, считанной из блока памяти

по принятому адресу, начинается автоматически через 200 нс по окончании приема. Начало передачи преобразователя кода блока управления синхронизируется внешним генератором.

Принципиальная схема магистрального усилителя приведена на рис. 7. Выход усилителя связан с кабельной линией через трансформатор T_1 (с $K_{тр} = 1$), намотанный скрученной парой на ферритовом кольце. Элементы R_5 и C_3 служат для автоматической компенсации тока намагничивания трансформатора. Принимаемая последовательность выделяется на коллекторе V_4 ; нагрузкой, согласующей линию, служит эмиттерный резистор R_{10} .

Передаваемые импульсы усиливаются каскадами V_6 и V_1 и поступают на выход "линия". На время длительности каждого передаваемого импульса транзистор V_4 заперт: отключена дополнительная нагрузка R_{10} и запрещено прохождение передаваемой последовательности на входе приемной части преобразователя кода.

Работа системы ППК в течение длительного времени показала ее высокую эффективность и надежность.

В заключение авторы выражают благодарность К.И.Губриенко, В.Е.Зеленину, Ю.А.Конову, В.А.Пичугину, принимавшим участие в изготовлении и монтаже на канале системы ППК.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ф.Бернард, Н.А.Галаяев и др. АЭ, 35, вып. 4, 227-280 (1973).
2. P.Lazeugas, I.Lehraus et al. Nucl. Instr. and Meth., 123, 1, 45-50 (1975).
3. В.М.Головатюк и др. Препринт ОИЯИ 13-10821, Дубна, 1977.
4. А.А.Борисов и др. Препринт ИФВЭ 74-42, Серпухов, 1974.
5. Ю.М.Антипов и др. Препринт ИФВЭ 74-105, Серпухов, 1974.

Рукопись поступила в издательскую группу
2 июля 1980 года.

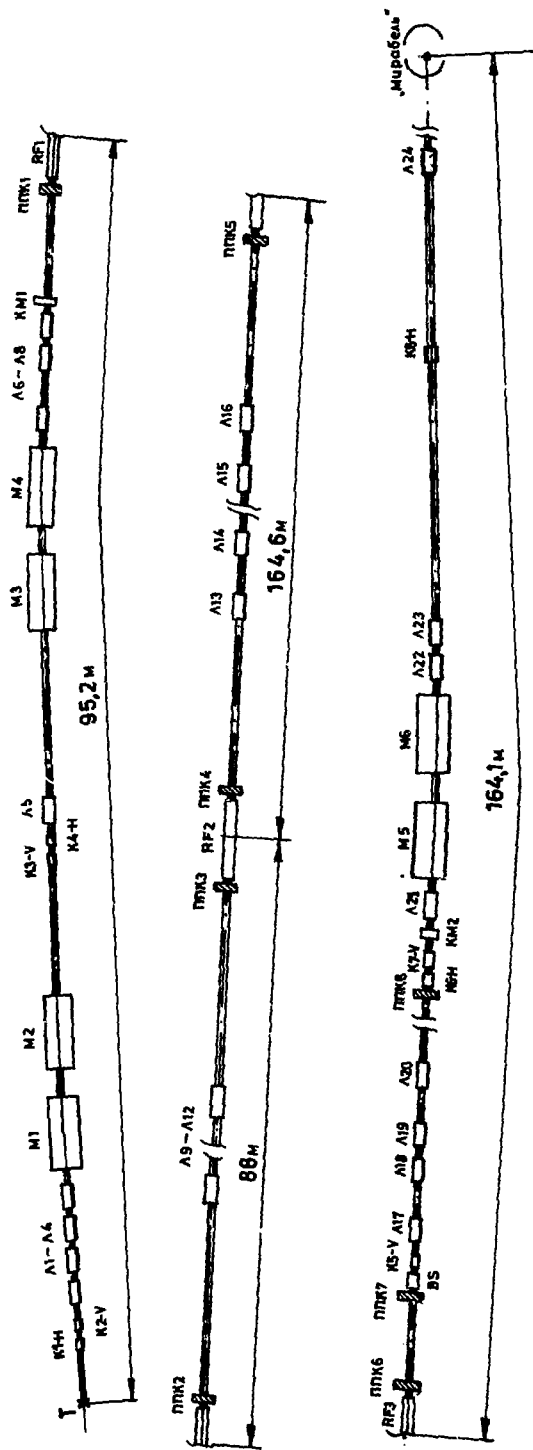


Рис. 1. Расположение пропорциональных камер на канале №7: К - коллекторы, Л - квадрупольные линзы, М - магниты, КМ - корректирующие магниты, ПМК - пропорциональные камеры, RF - педфакторы, ВЧ сепараторы.

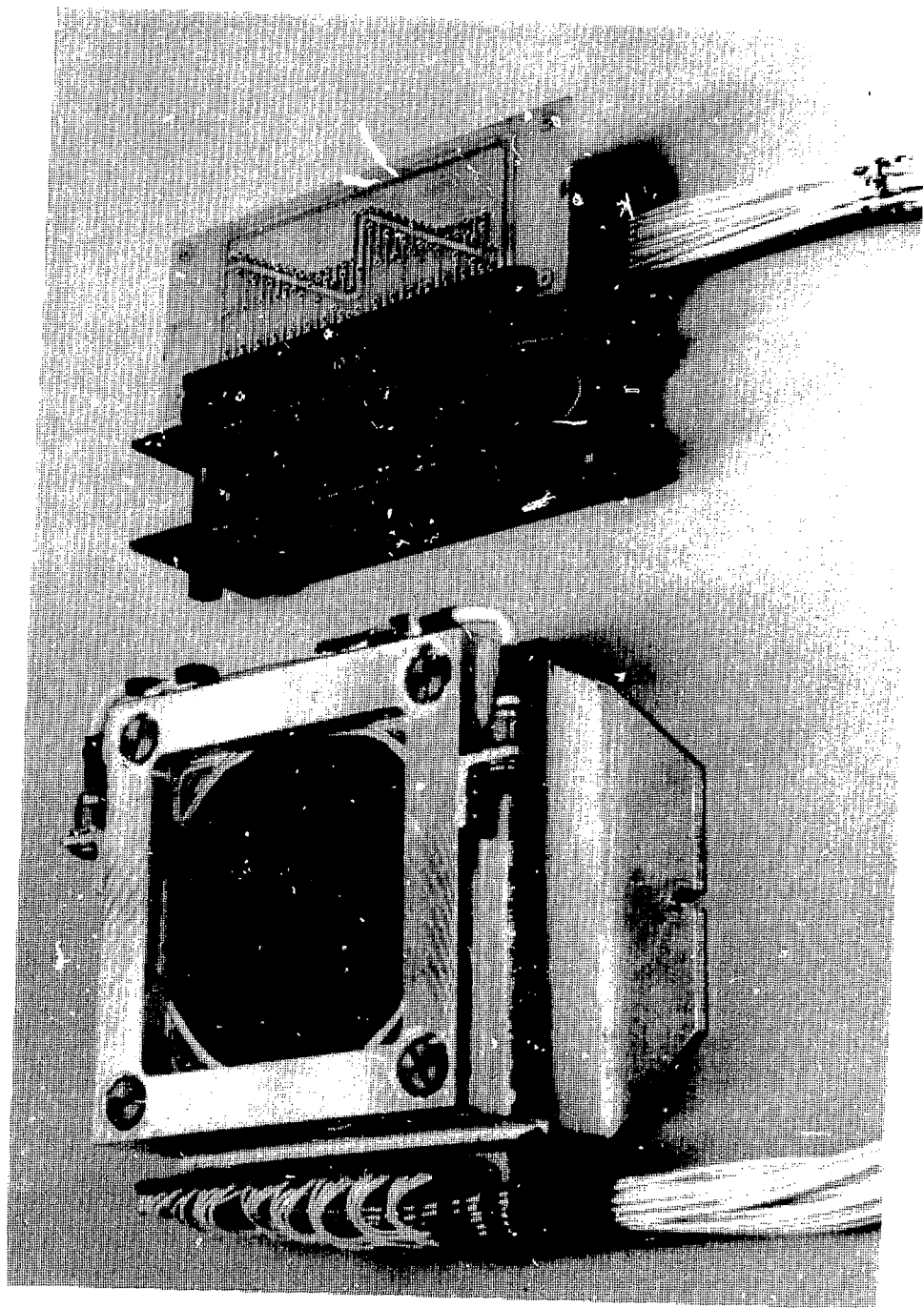


Рис. 2. Общий вид пропорциональной камеры с усилителем.

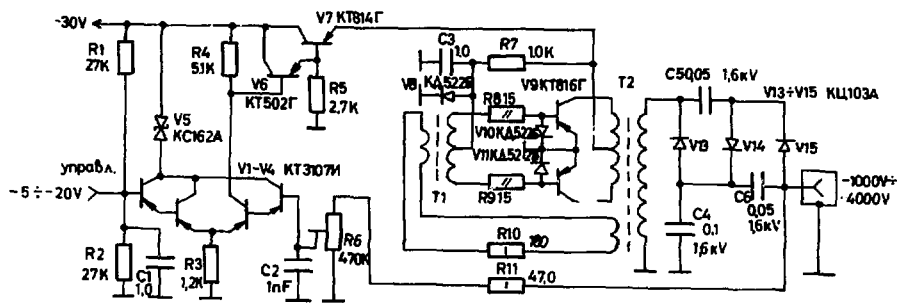


Рис. 3. Принципиальная схема малогабаритного высоковольтного источника.

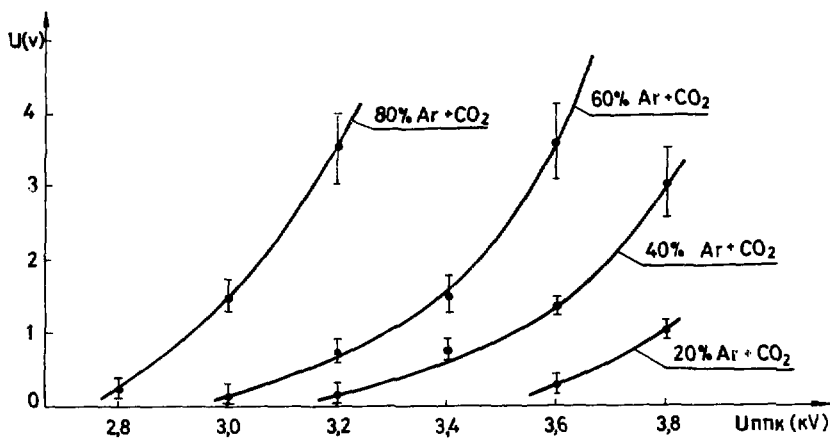


Рис. 4. График зависимости амплитуды сигнала с усилителя (U_v) от высокого напряжения на камере для различного состава газовой смеси.

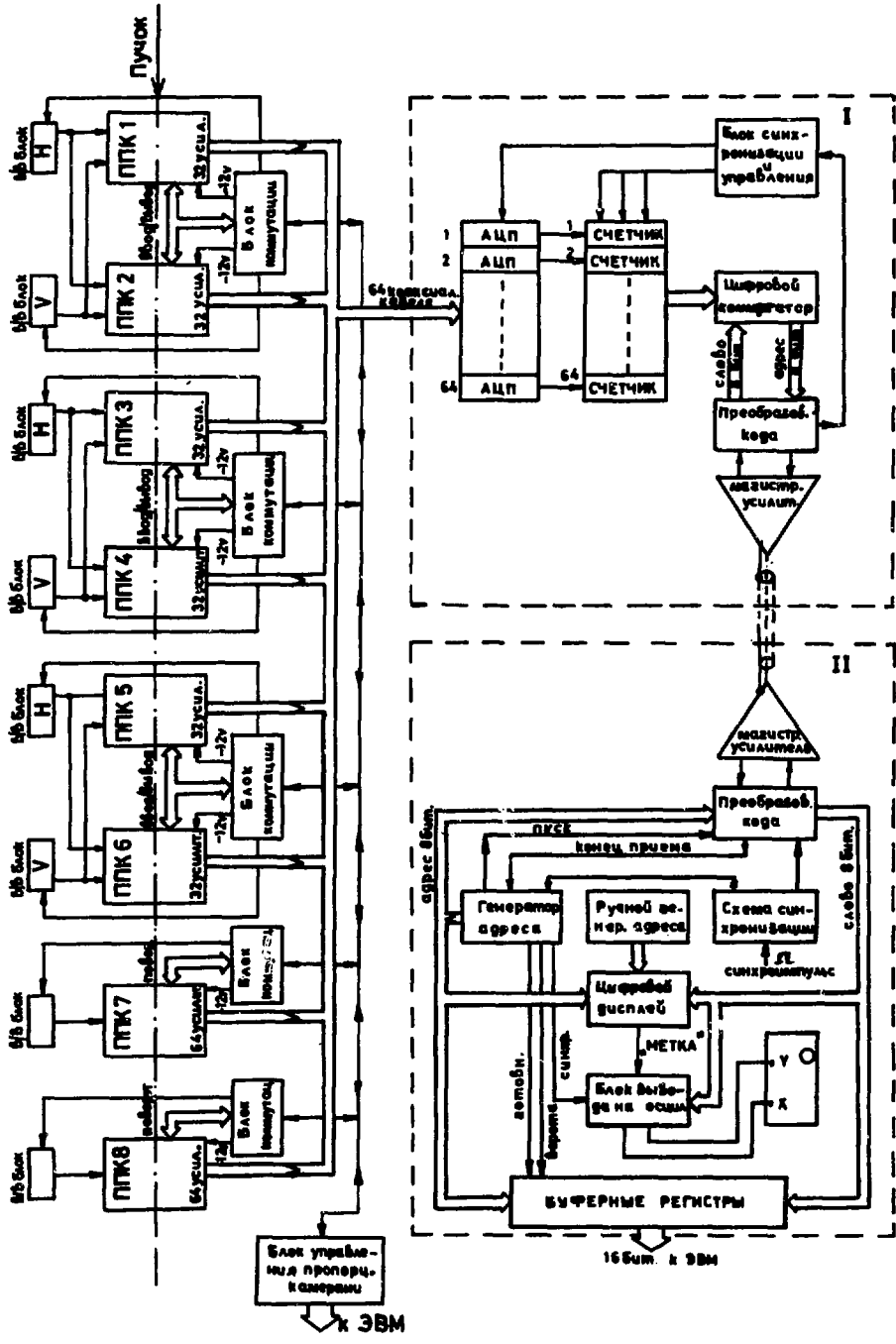


Рис. 8. Блок-схема регистрирующей электроники для системы ППК: I - стойка обработки и хранения информации, II - блок дистанционного управления и передачи информации.

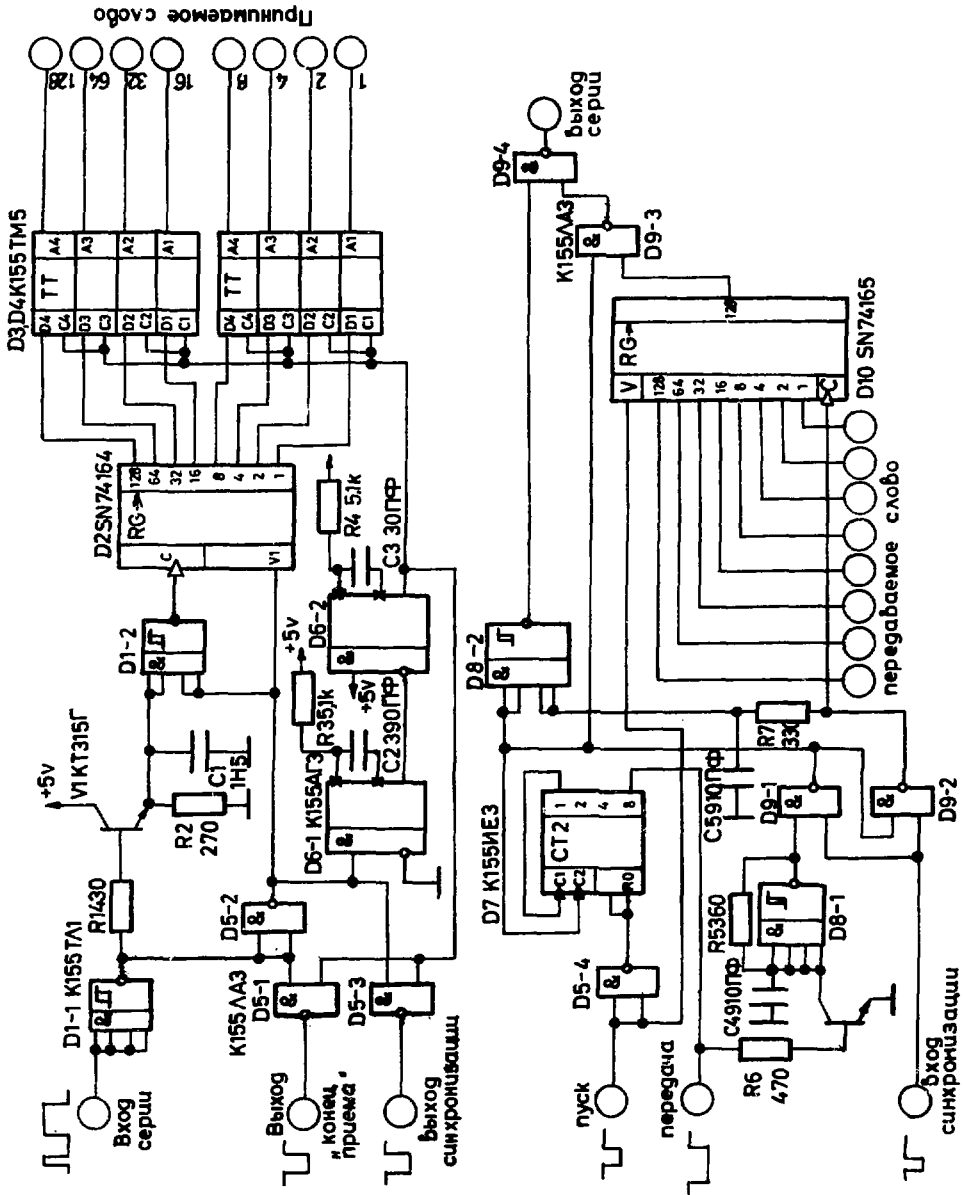


Рис. 8. Преобразователь кода.

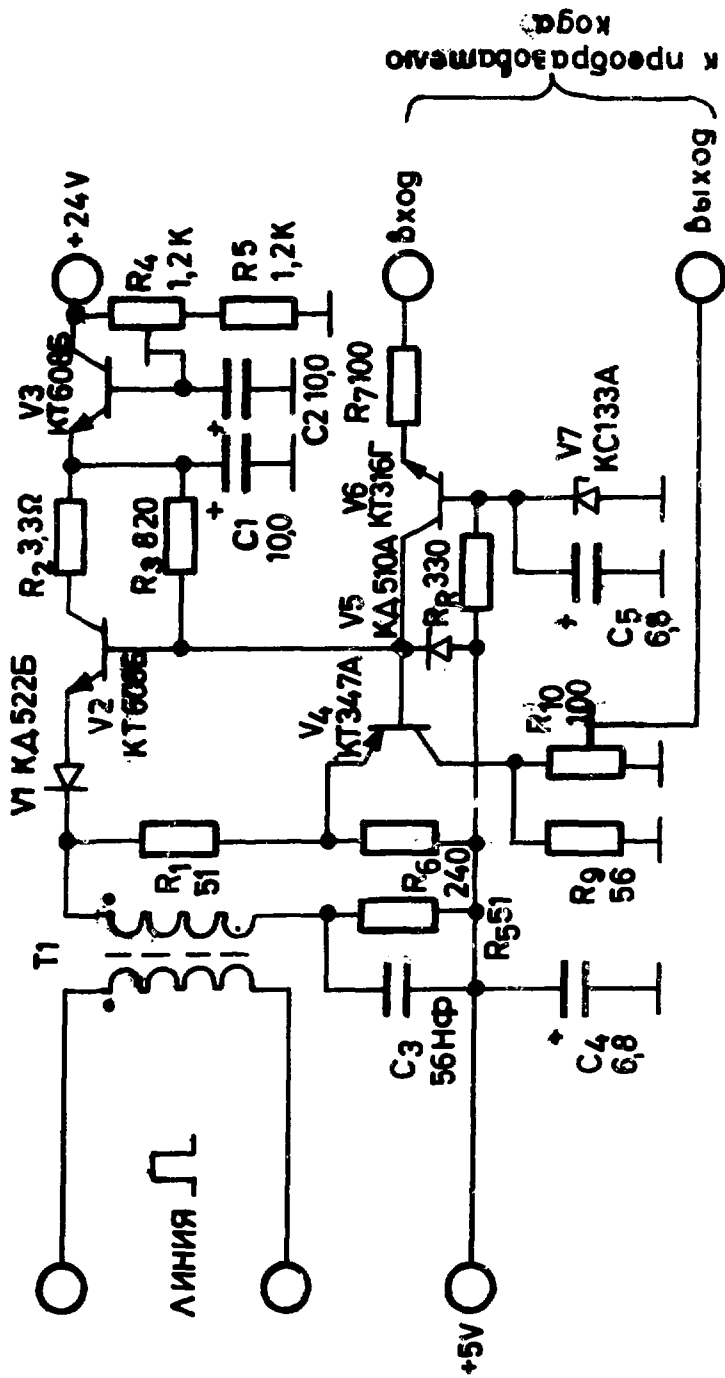


Рис. 7. Принципиальная схема магистрального усилителя.

Цена 5 коп.

© – Институт физики высоких энергий, 1980.
Издательская группа И Ф В Э
Заказ 681. Тираж 250. 0,4 уч.-изд.л. Т-18475.
Июль 1980. Редактор В.В. Герштейн.